

**ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЛОКАЛИЗАЦИИ
СИЛИКАТНО-НИКЕЛЕВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
КЕМПИРСАЙСКОГО РАЙОНА**

А. Г. БАКИРОВ

(Представлено кафедрой минералогии и кристаллографии)

Большое значение имеет структура материнского субстрата в формировании месторождений, связанных с так называемыми «линейной» и контактово-карстовыми корами выветривания ультраосновных пород. На это обстоятельство обращено внимание в работах И. И. Гинзбурга [5], И. З. Корина [7], Д. Г. Ульянова, Г. С. Грицаенко [8], А. А. Глазковского [6] и других геологов. При изучении же полезных ископаемых, приуроченных к так называемой «площадной» коре, недооценивается роль структур в локализации оруденения. В данной связи нам хотелось бы на примере месторождений коры выветривания ультраосновных пород Кемпирсайского района показать большую роль тектонических факторов и, в частности, дизъюнктивных структур в образовании, сохранении и пространственном размещении участков «площадной» коры с силикатно-никелевым оруденением.

Кемпирсайский гипербазитовый массив находится в Актюбинской области. Он вытянут в ССЗ направлении. Массив пространственно приурочен к восточной части Орь-Илекского водораздела, являющегося продолжением гор Южного Урала и представляющего собой выступ древней метаморфической толщи Урал-Тау. В орографическом отношении Орь-Илекский водораздел — всхолмленная возвышенность со средней абсолютной отметкой 420 м.

В геологическом строении района принимают участие ультраосновные породы, габброиды, метаморфические образования докембрия, кембрия, ордовика, затем сланцы и эффузивы силура и девона (рис. 1)¹⁾. Местами на территории района сохранилась доюрская кора выветривания. Покровные отложения представлены верхнемеловыми и палеоценовыми породами морских фаций, песчано-глинистыми отложениями континентальных юры, нижнего мела и неогена.

В районе исследований широко распространены породы гипербазито-габбрового комплекса. Ультраосновные породы массива представлены перидотитовыми и дунитовыми серпентинитами. В гипербазитах встречаются многочисленные жильные образования, из которых наиболее

¹⁾ Схема геологического строения, изображенная на рисунке, составлена автором статьи по данным личных съемок с использованием материалов Ю. П. Куразовой, Н. И. Хераскова, А. С. Розман, Р. С. Сегедина, Н. И. Леоненко и Кемпирсайской геологоразведочной партии.

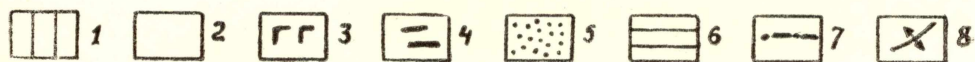
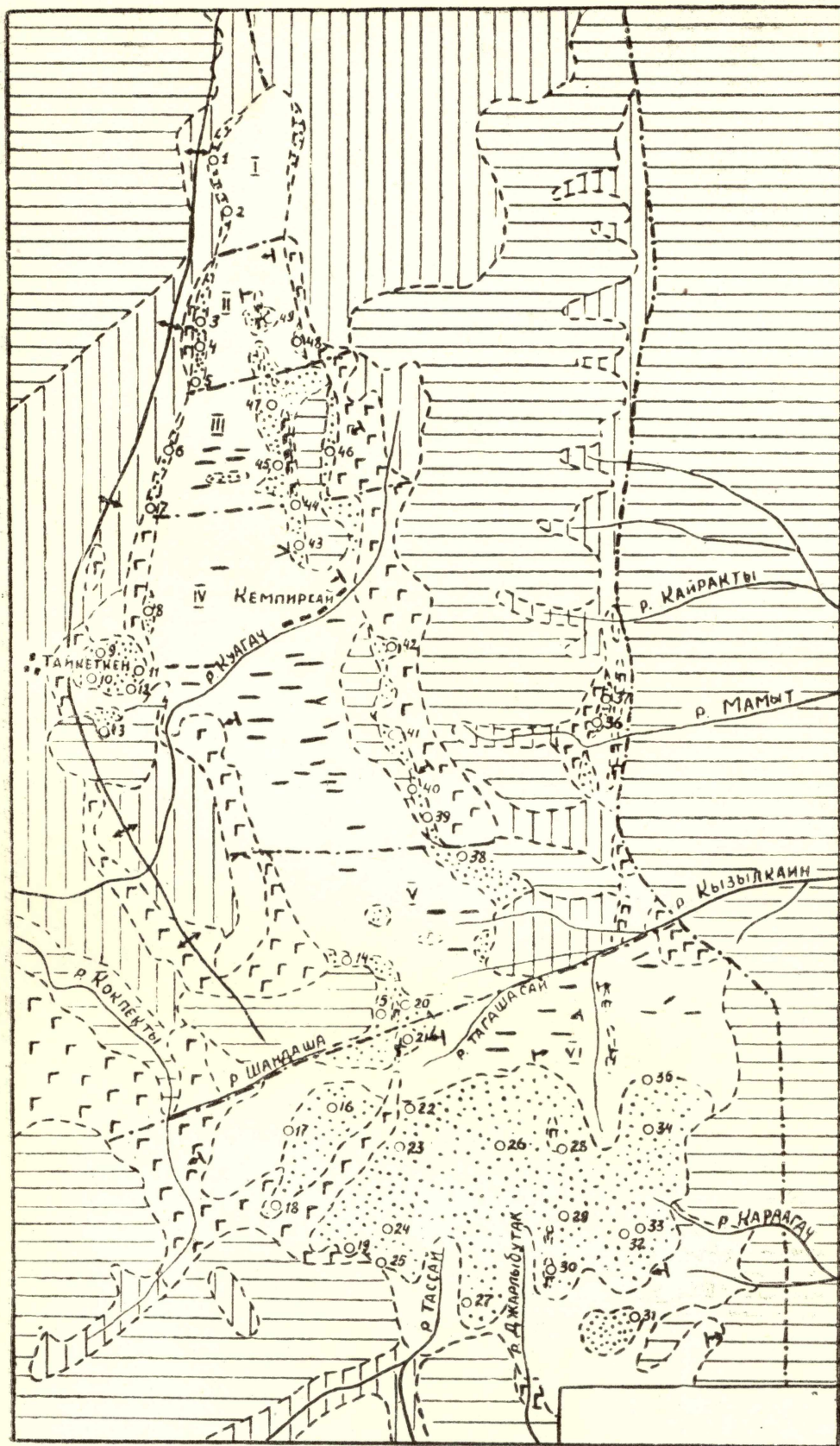


Рис. 1. Схема геологического строения района Кембрийского гипербазитового массива: 1—метаморфическая толща, вмещающая гипербазиты; 2—ультраосновные породы; 3—габброиды; 4—дайки габбро-диабазов; 5—кора выветривания ультраосновных пород; 6—осадочные породы мезокайнозоя; 7—дизъюнктивы; 8—ось Куагачской антиклинали. Цифрами показаны силикатно-никелевые рудопроявления.

развитыми являются габбро-диабазы. К габброидам, находящимся в периферической зоне гипербазитов, а также образующим мощные тела в массиве последних, относится довольно разнообразный комплекс пород, представленный в большинстве случаев роговообманковыми и актинолитизированными габбро, а также габбро-амфиболитами. Мы рассматриваем все габброиды и жильные образования, пространственно связанные с ультраосновными породами Кемпирсайского массива, как единый с гипербазитами комплекс, сформированный в течение средне-девонского вулканического цикла.

В структурном отношении район Кемпирсайского гипербазитового массива относится к южной оконечности Урал-Тауского антиклинория. Антиклинорий в основном сложен породами протерозоя, нижнего палеозоя, силура и девона. Его ось проходит через середину района. Антиклинальное поднятие зоны Урал-Тау усложнено более мелкими складками второго порядка. К ним, в частности, относится Куагачская антиклиналь.

Кемпирсайская гипербазито-габбровая интрузия приурочена к осевой части Урал-Тауского антиклинория. Массив в плане в общем вытянут в северо-западном направлении. В нем отчетливо выделяются две части: большая, северная, наиболее удлиненная и вытянутая, и меньшая по размерам, южная, расширенная, имеющая в срезе форму, приближающуюся к изометричной. Граница обеих частей отмечается дизъюнктивом, к которому приурочены речки Шандаша и Тагашасай. Западный контур массива несколько изогнут, что можно объяснить изгибом оси Куагачской антиклинали на участке Тайкеткена. К месту изгиба приурочен небольшой Тайкеткенский сателлит Кемпирсайского массива, имеющий в плане изометрическую форму. Следует отметить, что восточнее массива имеется его другой небольшой Мамытский сателлит, находящийся как раз на линии широтного простиранья с Тайкеткенским.

Величина угла падения план-полосчатости гипербазитов и габброидов в западных участках массива составляет $50-60^\circ$, а в восточных, в средней и северной частях массива — $25-30^\circ$. В обоих случаях падение западное. Габброиды находятся в висячем и лежащем боку гипербазитов, т. е. подстилают последние, а также залегают в их кровле. В самих ультраосновных породах наблюдаются крупные складчатые структуры. Они отмечаются план-полосчатостью и хромитовыми телами, имеющими в большинстве случаев западное и восточное падение в различных участках массива при почти меридиональном простирании. В ядрах синклиналей этих структур локализуются габброиды, находящиеся в кровле гипербазитов. Можно наблюдать в обнажениях ультраосновных пород, а также габброидов и более мелкие складчатые формы. Их амплитуда измеряется сантиметрами, метрами и десятками метров. Величина угла падения крыльев складок в гипербазитах в большинстве случаев варьирует в пределах $25-60^\circ$. Все это вместе взятое дает нам основание предполагать, что гипербазиты и габбро образуют смятую в складки интрузивную залежь.

Кроме пликативных структур, в районе выражены и дизъюнктивные. Наиболее значительным из них является меридиональный Бородинский сброс, который прослеживается в восточной части района. Менее четко выраженным является Шандашинско-Тагашасайский дизъюнктив сбросового типа. В метаморфической толще крайней северной части района выражен меридионально вытянутый разлом, уходящий далеко за пределы района. Перечисленные дизъюнктивы имеют донижне-девонский возраст. Бородинский сброс неоднократно подновлялся и позднее, в частности, в послепалеогеновое время.

Дизъюнктивные дислокации широко проявляются и в пределах массива ультраосновных пород. Например, широтные сбросовые и сбросо-сдвиговые нарушения разбивают массив на шесть тектонических глыб (рис. 1). Последние отмечаются изгибами восточного контура гипербазитов, отсутствием габбро в ряде участков периферии массива, широтными дизъюнктивами, подчеркнутыми дайками габбро-диабазов. Длина последних достигает 3 км, а мощность 15—20 м.

Сами глыбы массива не являются монолитными. Они, в свою очередь, рассечены дизъюнктивами широтного простираения — сбросами и сбросо-сдвигами — на более мелкие тектонические блоки. При этом блоками мы называем вытянутые участки гипербазитов, ограниченные с обеих сторон тектоническими нарушениями сбросо-сдвигового характера, к которым приурочены дайки габбро-диабазов. Ширина упомянутых блоков колеблется в пределах 100—300 м. Последние в эрозионном срезе имеют вид полос различной ширины. Такая рассеченность достаточно хорошо отмечается в северной части третьей глыбы¹⁾ и в централь-

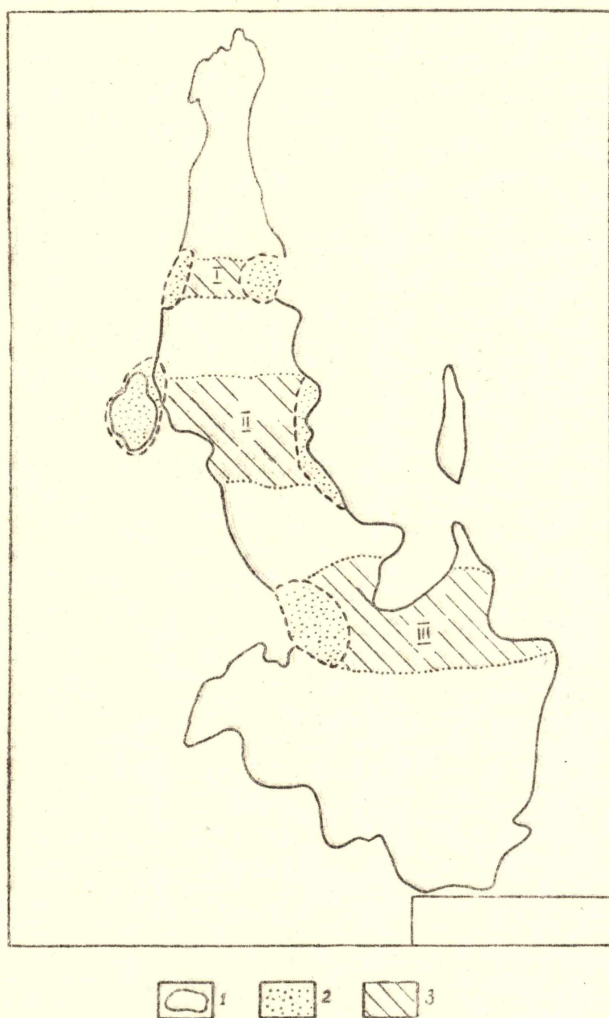


Рис. 2. Схема расположения тектонически ослабленных зон и рудных полей в Кемпирсайском гипербазитовом массиве: 1 — контуры гипербазитов; 2 — рудные поля; 3 — тектонически ослабленные зоны: I — Шеганшинско-Джусалинская; II — Тайкеткено-Батамшинская; III — Шилектино-Кызылкаинская.

¹⁾ Глыбы нумеруются по направлению с севера на юг.

ной части четвертой. Расколы массива скорее всего являются отражением глыбовых подвижек его постели.

В тектонических глыбах массива довольно отчетливо выражены ослабленные зоны широтного простираия. Они представляют собой наиболее раздробленные участки глыб, характеризующиеся широким развитием в них даек габбро-диабазов, приуроченных к многочисленным широтным разломам интрузива. Таких тектонически ослабленных зон в массиве насчитывается три (рис. 2). Первая из них — Шеганшинско-Джусалинская — шириною 2,5 км, находится в северной части массива, вторая — Тайкеткено-Батамшинская — 9,5 км — в средней части и третья — Шилектино-Кызылкаинская, шириною 10 км — в южной части массива. Габбро-диабазовые дайки встречаются и в промежутках между упомянутыми зонами, но там они являются более редкими. Тайкеткено-Батамшинская тектонически ослабленная зона как раз приурочена к участку изгиба оси Куагачской антиклинали. В гипербазитах наблюдаются взбросы и небольшие надзиги СЗ и СВ простираия, которые придают чешуйчатое строение отдельным участкам массива и особенно тем, которые находятся в его южной части.

Широтные сбросы и сбросо-сдвиги, по нашему мнению, являются среднедевонскими. Об этом свидетельствуют дайки габбро-диабазов, приуроченные к упомянутым нарушениям. Дайки генетически связаны со среднедевонскими гипербазитами. Можно предполагать верхнепалеозойский возраст взбросов и надвигов, которые скорее всего возникли во время варисского цикла тектогенеза, когда произошло значительное смятие гипербазито-габбровой интрузивной залежи. Это находит подтверждение в других ближайших районах. Широтные структуры подновлялись и позднее, в частности, и в третичное время, так как нарушения захватывают доюрскую кору выветривания, а также отложения верхнего мела и палеоцена.

Среди ультраосновных пород массива наблюдаются мощные тела полосчатых и гнейсовидных габброидов, представленные в основном габбро-амфиболитами, роговообманковыми и актинолитизированными габбро. В эрозионном срезе эти тела имеют вид прерывистых полос, вытянутых в меридиональном направлении или близких к нему. Довольно отчетливо проявляются четыре полосы габброидов: Бурановская, Щербаковская, Джарлыбутакская и Кызылкаинская [4]. Длина полос от 3 до 15 км. Ширина эрозионного среза габброидных тел в пределах полос не является постоянной и варьирует чаще всего в пределах от 50 до 350 м, редко достигает 2 км (Щербаковская полоса). Они во многих случаях разбиты на тектонические блоки, несколько смещенные относительно друг друга по дизъюнктивам, имеющим в большинстве случаев широтное простираие. Особенно отчетливо такое блочное строение проявляется в Бурановской полосе. Эти габброидные тела рассматриваем как своеобразные останцы глубоких синклинальных прогибов габбровой кровли, осложненные дизъюнктивами.

В районе на территории, занятой гипербазитами, встречаются участки «площадной» коры выветривания, к которым приурочены силикатно-никелевые концентрации. Наиболее значительные из них находятся в зоне контакта гипербазитов с габброидами. Структура материнского субстрата ультраосновных пород во многом определяет характер нижней границы коры выветривания. Общеизвестно наличие в коре глубоких карманов и корыт, заполненных охрами и нонтронитами и приуроченных к наиболее трещиноватым участкам ультраосновных пород. Таковыми зачастую бывают зоны контактов гипербазитов с габбро-амфиболитами, габбро-диабазами и другими породами. Об этом можно

найти указание в работах И. И. Гинзбурга [5], И. З. Корина [7] и других геологов.

На возможную роль тектонического фактора в формировании силикатно-никелевых месторождений на территории Кемпирсайского массива впервые обратил внимание А. Н. Алешков [1], который несколько своеобразно подошел к решению этого вопроса. Он проводил в массиве тектонические линии «альпийских разломов», вдоль которых, по его мнению, проникали гидротермы, принявшие участие в формировании силикатных никелевых месторождений. Стремление А. Н. Алешкова связать формирование месторождений с тектоникой массива, кстати сказать, не доведенное до конца, по существу, служило ему основой для доказательства гипогенного происхождения силикатных никелевых руд. Эти взгляды как несостоятельные были решительно отвергнуты другими исследователями коры выветривания и месторождений никеля.

В 1953 г. в нашей работе [2] были изложены соображения о том, что наиболее ценные силикатные никелевые месторождения, связанные с площадной корой выветривания гипербазитов Кемпирсайского массива, приурочены к узлам переkreщивания его основных структурных направлений, отмеченных дайками и трещиноватыми зонами. Контур площади распространения продуктов коры выветривания с кондиционным содержанием никеля, т. е. контур рудного тела в плане, мы назвали рудным контуром, а линию, характеризующую собой направление вытянутости (удлинения) рудного контура — осью рудного контура. Были выделены одноосные и двуосные рудные контуры. Сделан вывод, что участки коры выветривания с одноосными контурами приурочены к тектонически ослабленным зонам, связанным главным образом с одним структурным направлением в массиве, а участки с двуосными контурами — к зонам пересечения двух структурных направлений. В данной статье мы попытаемся дальше развить, и в более широком плане, вышеизложенные взгляды.

Значительная часть силикатно-никелевых рудопроявлений располагается на участках восточной и западной контактовых зон северной части массива. При этом можно отметить одну важную деталь: линейное расположение ряда месторождений относительно друг друга, то есть нахождение на концах одних линий, вытянутых в широтном направлении, одновременно месторождений западного контакта, с одной стороны, и восточного, с другой, а также Бурановской полосы. Аналогичную картину мы видим и на юге. Только здесь линии широтного направления пройдут через месторождения, находящиеся в середине эрозионного среза южной части массива.

Некоторые месторождения группируются в рудные поля, представляющие собой обособленные группы близлежащих рудопроявлений, которые располагаются на концах полос широтного или почти широтного простирания. Рудопроявления Рождественское (3)¹⁾ и Саздинское (4) образуют одно рудное поле. Против него располагается второе рудное поле, включающее Бурановское (49) и Восточно-Бурановское (48) месторождения. Рудному полю, находящемуся на западной периферии массива и включающему рудопроявления Каменный Кобчик (6) и Шеганшинское (7), отвечает группировка месторождений в восточной части массива, другое рудное поле, включающее Западно-Джусалинское (45), южную часть Ново-Бурановского (47) и Чугаевское (44) месторождения.

На западе довольно четко обособляется Тайкеткенское рудное поле и против него на востоке — Кемпирсайско-Батамшинское. В первое

¹⁾ Цифры обозначают номера силикатно-никелевых рудопроявлений, показанных на схеме геологического строения.

из них входят такие рудопроявления, как Ново-Тайкеткенское (9), Октябрьское (10), Тайкеткенское (12), Западно-Кемпирсайское (8), Восточно-Тайкеткенское (11) и Тассайское (13). В Кемпирсайско-Батамшинское поле входят Восточно-Кемпирсайское (42), Батамшинское (41), Ново-Батамшинское (40) и Промежуточное (39) месторождения. Восточнее Тайкеткенского и Кемпирсайско-Батамшинского рудных полей на территории небольшого Мамытского сателлита гипербазитов находятся Ново-Мамытское (37) и Мамытское (36) рудопроявления. На юге отчетливо проявляется Шилектино-Щербаковское рудное поле, в которое входят Шилектинское (14), Бескудукское (20) и Щербаковское (21) месторождения, а также участок скв. 50 (15).

Нами было обращено внимание на наличие на территории массива трех широтных тектонически ослабленных зон, насыщенных дайками габбро-диабазов. К ним, например, относится Шенганшинско-Джусалинская, Тайкеткено-Батамшинская и Шилектино-Кызылкаинская зоны. Если мы теперь посмотрим на рудные поля, то увидим, что все они находятся как раз на западном и восточном краях упомянутых зон. Такое нахождение двух рудопроявлений или рудных полей на концах широтных линий, полос или зон, соединяющих западную и восточную периферию массива, будем называть в дальнейшем широтным соответствием рудопроявлений, а также рудных полей.

Следовательно, места локализации рудных полей приурочены к узлам пересечения широтных, тектонически ослабленных зон массива с эндоконтактовой зоной гипербазитов, являющейся также ослабленной и трещиноватой. В этих узлах образовались участки наиболее раздробленных и тектонически «разрыхленных» ультраосновных пород, на которых развивалась мощная кора выветривания с глубокими корнями, несущая значительные концентрации никеля. Наиболее рудоносные участки, в свою очередь, локализовались в эндоконтактовой зоне гипербазитов на периферических участках концов более узких структур, пересекающих массив в широтном или близком ему направлениях, о которых упоминалось выше. Такими структурами явились чаще всего более узкие зоны, раздробленные серией мелких сближенных дизъюнктивов, или же тектонически ослабленные, с едва улавливаемыми проявлениями дизъюнктивной тектоники, реже ими были отдельные сбросы и сбрососдвиги. Отсюда и широтное соответствие рудных полей и месторождений.

Рудопроявления находятся не только на концах линий широтного простираения, но и на самих линиях, что, например, хорошо выражено в южной части массива. Так, на участках месторождений можно наблюдать простирающиеся с запада на восток полосы расщелин и дробления серпентинитов. Отмечается и вытянутость рудных тел в том же направлении. Все это вместе взятое свидетельствует о большой роли широтных дизъюнктивных структур в формировании силикатно-никелевых месторождений на территории Кемпирсайского гипербазитового массива.

В расположении месторождений и рудных полей не всегда соблюдается их широтное соответствие. Это обстоятельство находит себе объяснение в особенностях геоморфологии района коры выветривания и связано с размывом рудоносных участков коры реками и их притоками.

На схеме (рис. 1) показан контур контакта гипербазитов, нанесенный по данным картирования, поисково-разведочных работ и магнитометрии. Линия контура восточной части массива имеет неровный вид и образует местами отчетливо или слабо выраженные бухтообразные «заливы», вдающиеся в габбро-амфиболиты. К этим-то «заливам» и приурочены как раз силикатно-никелевые рудопроявления: Карагачтин-

ское (38), Промежуточное (30), Батамшинское (41), Восточно-Кемпирсайское (42) и северо-восточная часть рудной залежи Ново-Бурановского (47) месторождения. Неровности восточного контура ультраосновных пород имеют дизъюнктивное происхождение и связаны со сбросами и сбросо-сдвигами широтного или близкого к широтному простирания, о которых мы упоминали выше. Они обусловили перемещения отдельных блоков гипербазитового массива относительно друг друга в послепермское время, в результате чего образовались грабены, чаще всего несимметричные, в которых и сохранилась от разлома рудоносная кора выветривания.

В этой связи нам хотелось бы обратить внимание на некоторые детали геологического строения центральной залежи Восточно-Кемпирсайского (42) месторождения, как раз того, которое приурочено к грабену, выраженному в плане «залювом» в восточном контуре массива. По данным, полученным нами во время крупномасштабного картирования карьера Восточно-Кемпирсайского месторождения, составлена схема геологического строения участка его центральной залежи, на которой показаны породы и элементы их структуры (рис. 3).

Гипербазиты и габброиды на месторождении смяты в пологие складки. План-полосчатость вышеупомянутых пород в большинстве случаев имеет северо-западное простирание и юго-западное падение под углом от 15 до 35°. На схеме довольно отчетливо выражена неровная граница серпентинитов и габброидов с несимметричными бухтообразными «залювами». Достопримечательно, что северные линии контуров бухтообразных «залювов» совпадают с тектоническими линиями отдельных нарушений или серии мелких близлежащих дизъюнктивов сбросового и сбросо-сдвигового характера широтного и почти широтного простирания, приуроченных чаще всего к крыльям пологих складок. Это обстоятельство дает основание считать, что на Восточно-Кемпирсайском месторождении бухтообразные «залювы» в границе серпентинитов и габброидов имеют в основном дизъюнктивное происхождение. Возраст дизъюнктивов скорее всего третичный, так как нарушения захватывают доюрскую кору выветривания. Наблюдаются случаи заполнения дизъюнктивных трещин халцедоном, образование которого мы связываем с процессом третичного окремнения эоцен-олигоценного возраста [3].

Как видим, на участке Восточно-Кемпирсайского месторождения в некоторой степени и как бы в миниатюре выражен тектонический план восточной периферии гипербазитового массива. В том и в другом случае наблюдаем грабены. Они обусловили «бухтосбразность» контуров в эро-

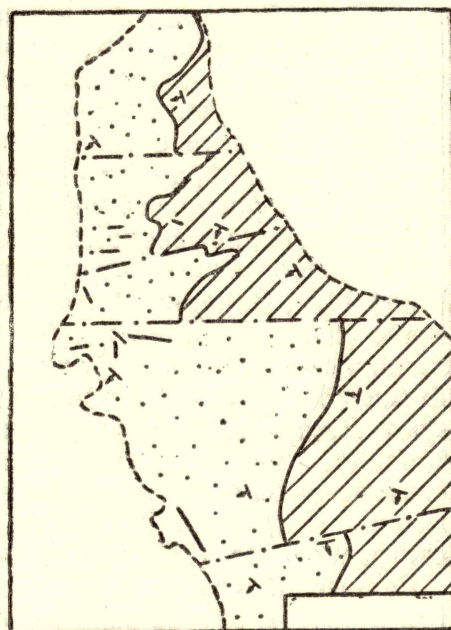


Рис. 3. Схема геологического строения участка центральной залежи Восточно-Кемпирсайского месторождения: 1 — гипербазиты и их кора выветривания; 2 — габброиды и их кора выветривания; 3 — дайки габбро-диабазов; 4 — дизъюнктивы; 5 — контуры заснятого участка.

зионном срезе и способствовали сохранению участков коры выветривания со значительными концентрациями никеля.

Широтные дизъюнктивы на территории Кемпирсайского массива оказали двойное влияние на формирование и локализацию рудоносной коры. Они, во-первых, обусловили тектоническую подготовку материнского субстрата. Это привело к образованию площадной коры с неровной поверхностью ее основания, усложненной глубокими «карманами», «колодцами», «корытами» в наиболее раздробленных участках гипербазитов. Во-вторых, широтные сбросы и сбросо-сдвиги послужили причиной образования грабенов, в которых сохранились от размыва отдельные блоки никеленосной коры.

Оба этих влияния проявили себя однозначно, вследствие унаследованности дизъюнктивных подвижек, то есть тектоническая подготовка субстрата и формирование грабенов происходили на одних и тех же участках. Данное обстоятельство способствовало локализации и сохранению наиболее богатой никелем рудоносной коры, что особенно отчетливо проявилось в восточной эндоконтактной зоне гипербазитов.

Нами выше отмечалось наличие на территории массива прерывистых тел габброидов, образующих в эрозионном срезе Бурановскую, Щербаковскую, Джарлыбутакскую и Кызылкаинскую полосы. С тремя первыми из них пространственно связаны силикатно-никелевые рудопроявления, локализующиеся на участках коры выветривания серпентинитов в зоне контакта с упомянутыми габброидами. Эти месторождения, в свою очередь, образуют рудные полосы, представляющие собой вытянутые участки распространения групп близлежащих месторождений. Им мы дали то же наименование, что и полосам габброидов. В Бурановскую рудную полосу входят рудопроявления: Бурановское (49), Ново-Бурановское (47), Западно-Джусалинское (45), Чугаевское (44) и Кемпирсайское (43). В Щербаковскую—Бескудукское (30), Щербаковское (21), Тагашаайское (22) и Караобинское (23). Шуулкудукское (28), Джарлыбутакское (29) и Южно-Джарлыбутакское (30) рудопроявления образуют Джарлыбутакскую рудную полосу. С Кызылкаинской полосой габброидов непосредственно не связаны какие-либо значительные силикатно-никелевые месторождения. Но параллельно ей и южнее находятся Ширпакаинское (34), Восточно-Джарлыбутакское (33), Джангизагачское (32) и Старо-Ширпакаинское (35) рудопроявления.

Рудные полосы принципиально не отличаются от рудных полей. В том и другом случае видим участки, охватывающие группы близлежащих рудопроявлений одинакового генетического типа и формы проявления. Укажем только на несколько большую вытянутость в большинстве случаев рудных полос относительно полей.

Нами проведено выделение двух вышеуказанных категорий месторождений в зависимости от характера структур, к которым они приурочены. Так, рудные поля обязаны своим формированием широтным дизъюнктивным структурам. Рудные же полосы связаны с меридиональными структурами существенно складчатого характера.

Некоторые месторождения, например Бурановское (49), Щербаковское (21), Бескудукское (20) и другие, одновременно входят в рудное поле и рудную полосу. Это объясняется тем, что они приурочены к участкам пересечения широтных и меридиональных структур массива. Кстати сказать, на рудопроявлениях, находящихся в центральных участках эрозионного среза южной половины массива, можно видеть следы не только широтных, но и меридиональных тектонических нарушений, но только более мелкого масштаба. Следовательно, и эти рудопроявления также приурочены к узлам пересечения основных структурных направлений гипербазитов, на что обращено внимание выше.

Нам представляется, что при исследовании «площадной» коры выветривания гипербазитов типа Кемпирсайской необходимо тщательно изучать тектонику ультраосновных массивов в связи с общими структурными особенностями района. Это позволит полнее выявить закономерности пространственного размещения силикатно-никелевых месторождений и даст возможность целеустремленное и эффективнее проводить поисково-разведочные работы на никель.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алешков А. Н. К вопросу о возрасте коры выветривания на Южном Урале. Природа, № 1, 1941.
2. Бакиров А. Г. О некоторых особенностях структуры участков коры выветривания серпентинитов Кемпирсайского массива. Изв. Томск. политехнич. ин-та, т. 74, вып. 1, 1953.
3. Бакиров А. Г. О процессах окремнения и генезисе так называемых силицифицированных серпентинитов в коре выветривания ультраосновных пород. Тр. Томского государственного университета, т. 124, 1953.
4. Бакиров А. Г. О своеобразных пликтивно-дизъюнктивных структурах габброидов в гипербазитах. Изв. Томск. политехн. ин-та, т. 121, 1963.
5. Гинзбург И. И. и др. Древняя кора выветривания на ультраосновных породах Урала. Ч. I, Типы и морфология древней коры выветривания. Тр. Ин-та геол. наук АН СССР, вып. 80, 1, 1946.
6. Глазковский А. А. Никель. Оценка месторождений при поисках и разведках. 1949.
7. Корин И. З. Образование месторождений выветривания в зависимости от геологического строения. Изв. АН СССР, сер. геол., № 1, 1950.
8. Ульянов Д. Г., Грицаенко Г. С., Крутов Г. А. и др. Месторождения силикатно-никелевых руд Орско-Халиловского района. Тр. ВИМС, № 118, 1937.